

За формулою (1) отримаємо таку послідовність ваг розрядів (1,1,1,2,2,5,1,2,1,3), яка відповідатиме коду з параметрами $n=10$ і $N=4$.

Висновок

Метод побудови ІКМК на основі твірних елементів дає змогу порівняно просто і швидко обчислити значення ваг цифрових розрядів ІКМ коду та збільшити діапазон вибору параметрів коду.

1. Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем. – Львів: Вища школа, 1989. – 168 с. 2. Велика О. Алгебро-графові моделі синтезу числових кодів з кільцевою структурою: дис. канд. техн. наук: 01.05-02. – Львів, 2006. – 179 с. 3. Холл М. Комбінаторика. – М: Мир, 1970. – 424 с.

УДК 004.932.2

Р. Мельник, І. Кожух

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра програмного забезпечення

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ МАТЕРІАЛУ ЗА СТАТИСТИЧНИМИ ОЗНАКАМИ ЗОБРАЖЕННЯ

© Мельник Р., Кожух І., 2013

Наведено результати дослідження оцінювання якості поверхні матеріалу за допомогою статистичних ознак зображення, зокрема розподіленої дисперсії, дисперсії силуетів та знімків. За базовий інструмент дослідження прийнято пакет визначення статистичних ознак візуальних образів.

Ключові слова: зображення, дисперсія, силует, поверхня, клас обробки, статистичні ознаки текстури.

The paper contains the results of material surface evaluation using statistical features of an image, in particular, using the distributed dispersion, dispersion of silhouettes and intensity pictures. The package of visual images feature extracting is considered as basic research tool.

Key words: image, dispersion, silhouette, surface, processing class, statistical texture features.

Вступ

Дослідження текстур відіграє важливу роль в обробленні зображень [1–5], зокрема для вивчення структурних особливостей оброблюваних поверхонь (шліфування, фрезерування) за допомогою статистичних методів, а саме: підходу матриці кореляції [1], матриці відстаней [2], властивостей фракталів [3], розподілу ймовірностей реакцій фільтра [4], просторового розподілу рівнів сірого [5]. Параметри матриць пов'язані з параметрами поверхні, а різні функції використовують для класифікації поверхонь.

Особливістю цієї роботи є застосування простих статистичних ознак зображень для оцінювання ступеня обробки поверхні матеріалів, представлених відповідними зразками.

Метою роботи є дослідження залежностей значень розподіленої дисперсії від якості зображення та структурних змін на образах. Розроблено програмний засіб, який дає змогу візуально зафіксувати різницю між зображеннями поверхонь, обробленими шліфувальними інструментами, що відрізняються величинами зерна.

1. Статистичні ознаки зображення

Для отримання інтенсивності у відтінках сірого кольорове зображення перетворюється. Кожна елементарна клітинка, піксел, набуває значення від чорного до білого кольору, яке позначимо як b – яскравість. Діапазон всіх можливих значень яскравості лежить у межах $0 \div 255$. Для перетворення використовуємо алгоритм BT709 з такими коефіцієнтами R, G, B:

$$R = 0,2125; G = 0,7154; B = 0,0721; \quad (1)$$

Значення яскравості пікселів обчислюється з рівняння відносного заповнення клітинки у відсотках від чорного кольору:

$$b = (256 - c_i) \times 100 / 256 \quad (2)$$

або у відсотках від білого кольору:

$$b = c_i \times 100 / 256, \quad (3)$$

де c_i ($i = 1, 2, \dots$) – значення компоненти (R, G або B) сірого кольору піксела.

Найпростіші статистичні характеристики можуть використовуватись як класифікаційні ознаки. Зокрема, введемо поняття розподіленої дисперсії, яка характеризує дисперсію інтенсивності пікселів у кожному рядку або стовпці матриці пікселів зображення:

$$\bar{I}(s) = 1 / k_s \sum_{i \in I(s)} I_i(s), \quad (4a)$$

$$E^2(I(s)) = 1 / k_s \sum_{i \in 1, \dots, s} (I(i) - \bar{I}(s))^2, \quad (4b)$$

де k_s – кількість пікселів у рядку чи стовпці; $I_p(x, y)$ – інтенсивність піксела, $\bar{I}(s)$ – математичне сподівання інтенсивності в s -му рядку чи стовпці; $E^2(I(s))$ – дисперсія інтенсивності пікселів у s -му рядку чи стовпці.

Для отриманих значень розподіленої дисперсії по рядках і стовпцях знову знайдемо дисперсію, використовуючи аналогічні формули.

Введемо ще одну статистичну ознаку, яка ґрунтується на понятті силуету інтенсивності. Для інтенсивності зображення знайдемо максимальні значення, реалізувавши вираз:

$$I_m(x) = \max I(x, y), \quad x \in X, y \in Y. \quad (5)$$

де X, Y – множини координат зображення.

Силует (чи віддаль до нього) також характеризуємо дисперсією:

$$\bar{I}(m) = 1 / k_s \sum_{i \in I(s)} I_i(m). \quad (6a)$$

$$E^2(I(m)) = 1 / k_s \sum_{i \in 1, \dots, s} (I_m(i) - \bar{I}(m))^2. \quad (6b)$$

Такі значення обчислюємо для фронтального та бічного силуетів, отже, загалом фіксуються чотири параметри. Ще чотири параметри розкиду значень інтенсивності пікселів та їх координат знайдемо для зображення, отриманого інвертуванням інтенсивності початкового зображення. Практично для цього реалізується вираз:

$$I_l(x) = \min I(x, y), \quad x \in X, y \in Y. \quad (7)$$

2. Статистичні ознаки знімка зображення

Розглянемо додаткові статистичні ознаки для оцінювання якості поверхні матеріалів за їх зображеннями. Для цього використаємо так звані фронтальні чи бічні знімки зображення [6]. Останні формуються алгоритмом проникаючого сканування поверхні інтенсивності зображення променем з боку перегляду.

Для шляху променя від одного боку зображення до протилежного обчислюємо суму довжин відрізків під поверхнею інтенсивності для значення яскравості точки входу та виходу променя:

$$R_L(B_p, x) = \sum_{y \in Y} R_{L_i}(B_p(x, y)), \quad (8)$$

де $R_{L_i}(B_p(x, y))$ – i -й суцільний відрізок променя, що проходить під однією суцільною поверхнею яскравості на рівні $B_p(x, y)$.

Результат сканування інтенсивності подамо зображенням B_{sp} , поставивши у відповідність кожному значенню $R_L(B_p, x)$ або $R_L(B_p, y)$ яскравість пікселя способом нормалізації отриманих шляхів на відрізок $0 \div 255$ без урахування рівня яскравості B_p вхідного зображення:

$$B_{sp}(R_L(B_p, x)) = 255 / \max(d_x, d_y) * R_L(B_p, x) \quad (9)$$

де d_x, d_y – кількість пікселів вхідного зображення за координатами x, y .

На рис. 1 показано тестове зображення. На цьому ж рисунку наведено знімок його інтенсивності (ZOX-проекція). При цьому інтенсивність зображення обчислюється за формулою (3), а знімок будують за формулою (9).

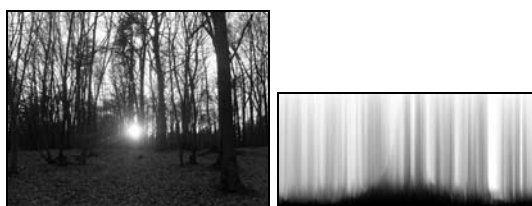


Рис. 1. Зображення і знімок його інтенсивності

До знімка інтенсивності застосуємо ті самі формули розподіленої дисперсії (4), що й до самого вхідного зображення. Фізично розподілена дисперсія знімка відповідає розподіленій дисперсії довжин відрізків.

3. Дослідження поверхні матеріалу

За вхідні зображення взято фотографії поверхні металів, оброблених з різним розміром зерна, як наведено на рис. 2 – 3 нм (а), 8 нм (б), 15 нм (в). Зображення є достатньо складними і містять тонові переходи.

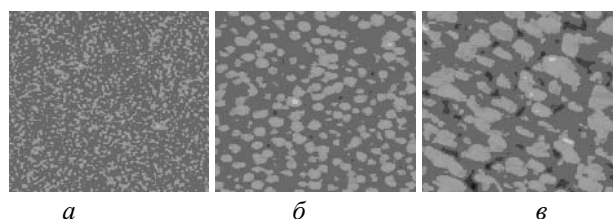


Рис. 2. Зображення поверхні матеріалу

Для досліджень розроблено програмний засіб, що дає змогу будувати графіки розподіленої дисперсії та силуетів – по стовпцях та рядках. Для розподіленої дисперсії застосовано формули (4), для силуетів – формули (6). Також програма обчислює числові характеристики зображення – дисперсію розподілених дисперсій та дисперсію силуетів.

На рис. 3 наведено графіки розподіленої дисперсії по стовпцях (а) та рядках (б), отримані для трьох вхідних зображень. Графіки для кожного з них на обох рисунках представлені за допомогою відповідного числа та кольору – 3 нм (1), 8 нм (2), 15 нм (3).

Для цих самих вхідних зображень побудовано силуети. При цьому графіки силуету по стовпцях і силуету по рядках того самого зображення є подібними. На рис. 4 наведено графіки силуетів по рядках (вигляд збоку), що отримані для зображень поверхонь – 3 нм (а), 8 нм (б), 15 нм (в).

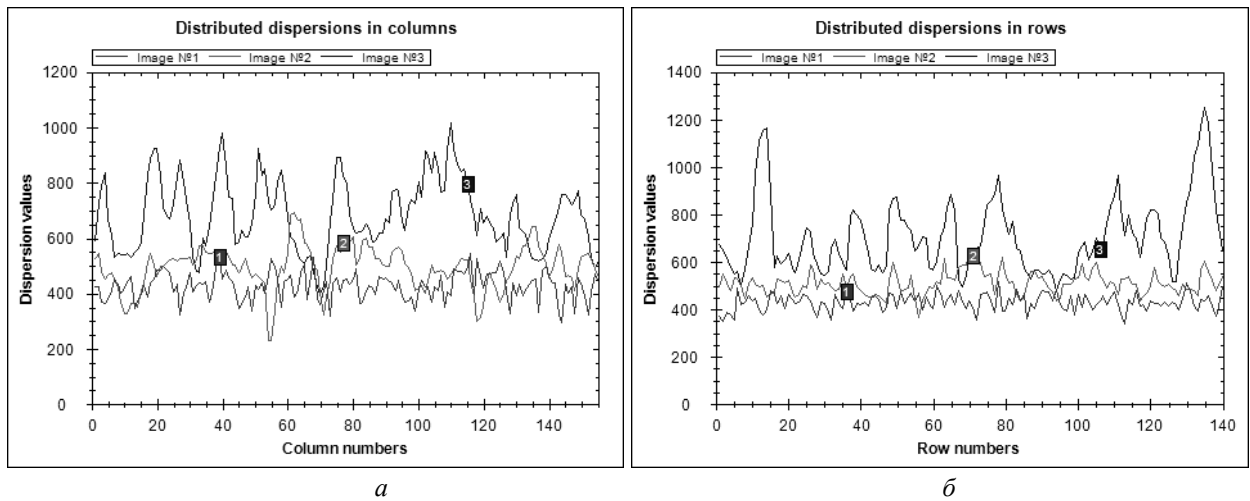


Рис. 3. Розподілена дисперсія зображень

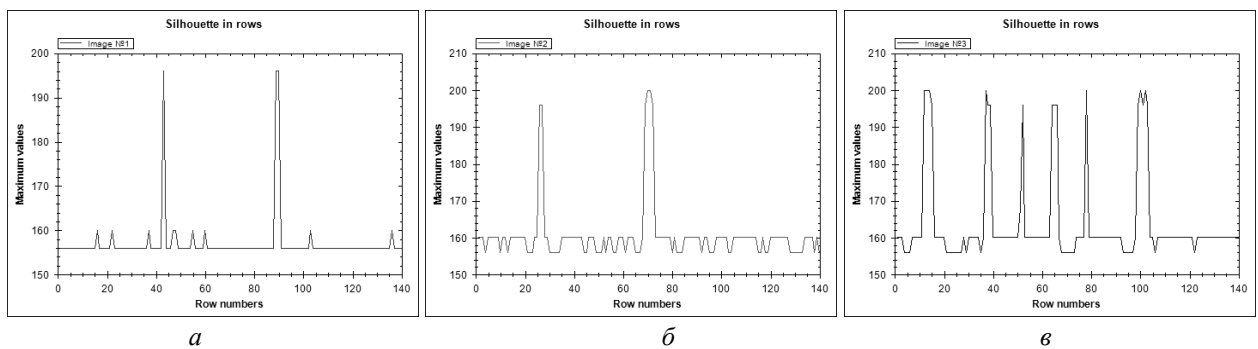


Рис. 4. Силуети зображень по рядках

Для розподілених дисперсій та силуетів, отриманих для стовпців та рядків вхідних зображень, обчислено числові значення дисперсій, подані в табл. 1.

Таблиця 1

Дисперсія розподілених дисперсій та силуетів для зображень

№ з/п	Розмір зерна	Дисперсія розподілених дисперсій		Дисперсія силуетів	
		по стовпцях	по рядках	по стовпцях	по рядках
1	3 нм	2412	1245	21	34
2	8 нм	6200	2217	77	65
3	15 нм	16646	25218	207	161

Також для цих фотографій поверхні за формулою (9) отримано відповідні знімки.

Однак в ході проведення експериментів над ними встановлено, що поверхню матеріалу характеризують не самі знімки, а окремі їх частини. Тому для кожного знімка видалено всі рядки пікселів, де чорного кольору (інтенсивність якого дорівнює 0) або білого кольору (його інтенсивність 255) більше, ніж всіх інших кольорів разом. Для характеристики поверхонь використано отримані області знімків, які наведено на рис. 5 – для поверхні 3нм (а), для поверхні 8нм (б), для поверхні 15нм (в).

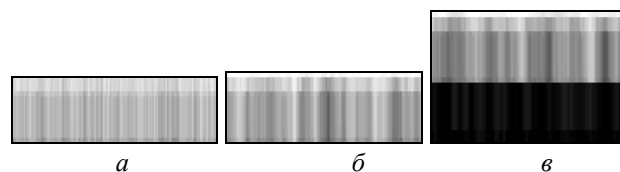


Рис. 5. Значущі області знімків інтенсивності зображень

На рис. 6 наведено графіки розподіленої дисперсії по стовпцях, одержані для цих трьох областей знімків поверхонь. Графіки для кожної з них побудовано за допомогою відповідного числа та кольору – 3 нм (1), 8 нм (2), 15 нм (3).

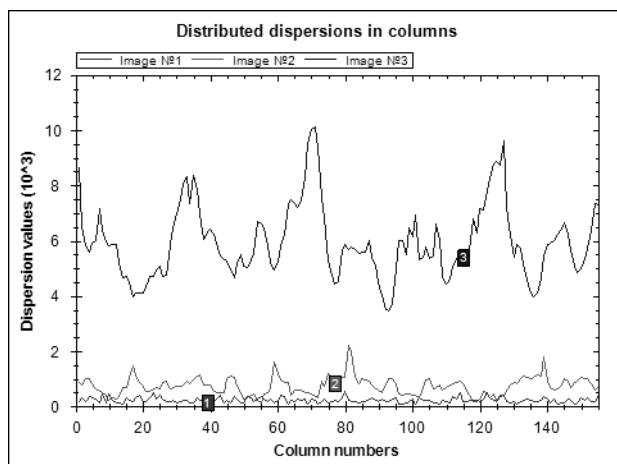


Рис. 6. Розподілена дисперсія областей знімків по стовпцях

На рис. 7 наведено графіки розподіленої дисперсії по рядках, одержані для цих трьох областей знімків поверхонь – 3 нм (а), 8 нм (б), 15 нм (в).

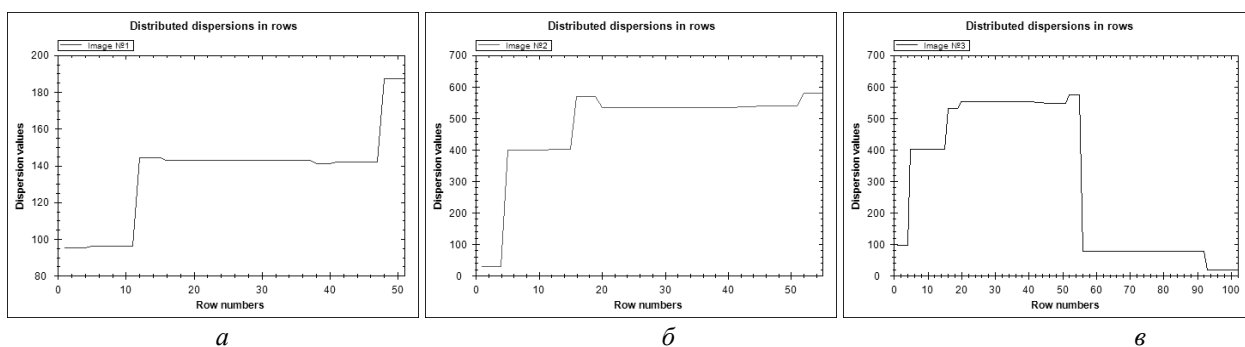


Рис. 7. Розподілена дисперсія областей знімків по рядках

Для отриманих розподілених дисперсій також обчислено числові значення, подані в табл. 2.

Таблиця 2

Дисперсія розподілених дисперсій для знімків

№ з/п	Розмір зерна	Дисперсія розподілених дисперсій	
		по стовпцях	по рядках
1	3 нм	8847	588
2	8 нм	105970	19217
3	15 нм	1761793	53101

Розподілені дисперсії та силуети, окрім якості обробки поверхні, можуть характеризувати і чіткість текстури. Як приклад використано три зображення текстури, які наведено на рис. 8, – оригінальне (а), з розмиттям (б) та з підвищеною чіткістю (в).

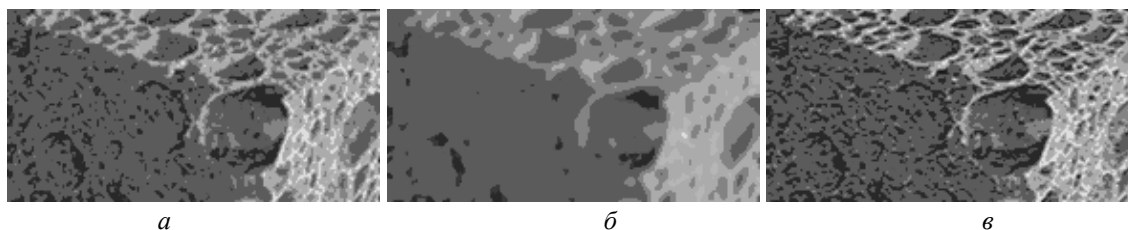


Рис. 8. Зображення текстури різної чіткості

На рис. 9 наведено графіки розподіленої дисперсії по стовпцях, що отримані для цих трьох зображень. Графіки для кожного з них побудовано за допомогою відповідного числа та кольору – оригінальне (1), з розмиттям (2), з підвищеною чіткістю (3).

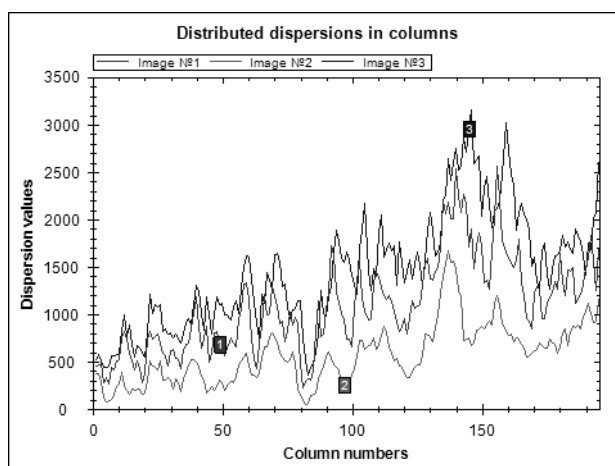


Рис. 9. Розподілена дисперсія текстур по стовпцях

На рис. 10 наведено силуети по стовпцях, одержані для цих трьох зображень – оригінального (а), з розмиттям (б), з підвищеною чіткістю (в).

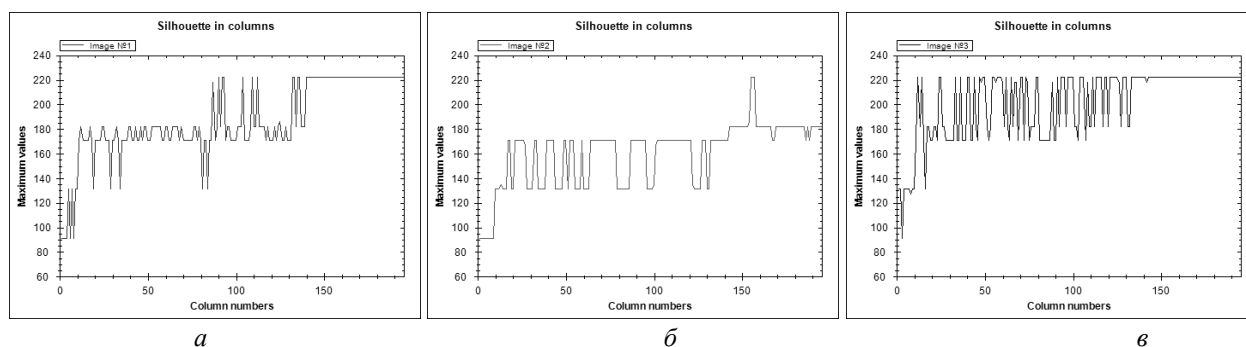


Рис. 10. Силуети текстур по стовпцях

Для отриманих розподілених дисперсій по стовпцях і силуетів по стовпцях також обчислено числові характеристики – дисперсії та середні значення, подані в табл.3.

Таблиця 3

Характеристики чіткості текстур

№ з/п	Накладений ефект	Характеристики розподілених дисперсій (по стовпцях)		Характеристики силуетів (по стовпцях)	
		дисперсія	середнє	дисперсія	середнє
1	оригінальне зображення	242 648	1084	936	187
2	розмиття (пониження чіткості)	101 187	569	666	160
3	підвищення чіткості	376 607	1452	793	202

Висновки

Досліджено прості за реалізацією та часом отримання статистичні ознаки для аналізу якості поверхні матеріалів, представлених зображеннями.

Підтверджено, що для зображень поверхні розподілена дисперсія, силуети інтенсивності та знімки інтенсивності характеризують ступінь обробки поверхні матеріалу, структурні властивості тощо. Розроблені алгоритми ґрунтуються на декомпозиції простору обчислення статистичних ознак, зокрема, стовпцями та рядками зображення, за максимальними (мінімальними) значеннями інтенсивності, розмірами інтенсивності у фрагментах.

1. Venkat Ramana K., Ramamoorthy B. *Statistical methods to compare the texture features of machined surfaces* // *Pattern Recognition*, vol. 29, no. 9, pp. 1447-1459, Sep. 1996. 2. Wu C.M., Chen Y.C. *Statistical feature matrix for texture analysis* // *Graphical Models and Image Processing*, vol. 54, no. 5, pp. 407-419, Sep. 1992. 3. Varma M., Garg R. *Locally invariant fractal features for statistical texture classification* // in *IEEE 11th Int. Conf. on Computer Vision, Rio de Janeiro, Brazil, Oct. 2007*, pp. 1-8. 4. Varma M., Zisserman A. *A statistical approach to texture classification from single images* // *Int. Journal of Computer Vision*, vol. 62, no. 1-2, pp. 61-85, 2005. 5. Kim J.K., Park H.W. *Statistical textural features for detection of microcalcifications in digitized mammograms* // *IEEE Trans. on Medical Imaging*, vol. 18, no. 3, pp. 231-238, Mar. 1999. 6. Мельник Р., Каличак Ю. *Розподілені структурні властивості зображень на основі "рентгеноскопії" інтенсивності* // *Комп'ютинг*. – 2010. – Т. 9, вип. 4. – С. 353-361.

UDC 004.94:658.01

V. Osypenko

National university of life and environmental sciences of Ukraine
Institute of Energy and Automation

INFO-LOGICAL STRUCTURE OF INDUCTIVE TECHNOLOGIES OF THE SEARCHING SYSTEM-INFORMATION-ANALYTICAL RESEARCHES

© Osypenko V., 2013

Розглянута структура індуктивної технології системних інформаційно-аналітичних досліджень з позицій інформаційно-логічних зв'язків її підсистем та блоків. Згідно з цим підходом описано увесь технологічний процес системних інформаційно-аналітичних досліджень інноваційного спрямування від постановки проблеми до ухвалення рішення стосовно вибору фінального результату.

Ключові слова: аналітичне дослідження, логічна структура, інформація, критерії.

In this paper the structure of inductive technology of system-information-analytical researches from the standpoint of informative-logical relationships of its subsystems and blocks has been observed. Under this approach, the whole technological process of system-information-analytical researches of innovative direction is described from the formulation of the problem before making of decision regarding the choice of the final result.

Key words: analytical research, logical structure, information, criteria of choice.

Introduction

The modern technologies of system-information-analytical researches often focused not only on creating the professional answers to solve a specific problem in a specific subject areas, but also are an important technological tools for constructing a solid analytical algorithms for solving complex problems.